

Markus Kauppi

TALONRAKENNUKSEN POHJARAKENNUSVAIHEEN KUSTAN- NUKSIIN VAIKUTTAVAT TEKIJÄT JA HUOMIOITAVAT ASIAT

TALONRAKENNUKSEN POHJARAKENNUSVAIHEEN KUSTANNUKSIIN VAIKUTTAVAT TEKIJÄT JA HUOMIOITAVAT ASIAT

Markus Kauppi
Opinnäytetyö
Kevät 2015
Rakennusalan työnjohdon koulutusohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Rakennusalan työnjohdon koulutusohjelma, talonrakennus

Tekijä: Markus Kauppi

Opinnäytetyön nimi: Talonrakennuksen pohjarakennusvaiheen kustannuksiin vaikuttavat tekijät ja huomioitavat asiat

Työn ohjaajat: Jarmo Erho

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Kevät 2015 Sivumäärä: 28 + 1 liitettä

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tarkastella talonrakennuksen pohjarakennusvaiheen kustannuksiin liittyviä tekijöitä ja huomioitavia asioita. Tutkimusten pohjalta oli tarkoitus tehdä tarkastuslista pohjarakennusvaiheen työnjohtajalle. Työn tavoite oli selkeyttää ja antaa valmiudet kyseisen työvaiheen toteutukseen ja luoda suuntaa antava työkalu työnjohtajalle.

Työ tehtiin tarkastelemalla työn tilaajan rakennustyömaita ja niissä esille nousseita, pohjarakennuksen kustannuksiin huomattavasti vaikuttaneita asioita. Kustannuksia seurattiin toteutuneita kustannuksia tarkastelemalla ja omin laskelmin. Työn liitteenä valmistunut pohjarakennustyönjohtajan tarkastuslista tehtiin työssä esille nousseiden asioiden ja oman kokemuseräisen tiedon pohjalta sekä hyödyntämällä olevassa olevia tarkastusasiakirjoja. Tarkastuslistassa käytiin läpi työvaihekohtaisesti muistettavat ja tarkastettavat asiat.

Työssä käsiteltiin keskeisimpiä kustannuksiin vaikuttavia asioita talonrakennuksen pohjarakennusvaiheessa. Opinnäytetyön tuloksena saatiin yritykselle käyttöön laaja tarkastuslista ohjaamaan työnjohtajan toimintaa työvaiheittain ja toimimaan muistin tukena pohjarakennustöissä.

Asiasanat: pohjarakennus, talonrakennus, kustannukset, tarkastuslista

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	3
SISÄLLYS	4
1 JOHDANTO	7
2 TALONRAKENNUKSEN POHJARAKENNUSVAIHE	9
2.1 Määritelmä	9
2.2 Työvaiheet	9
2.2.1 Raivaus- ja purkutyöt	9
2.2.2 Kaivutyöt	10
2.2.3 Ulkopuoliset LVIS-työt	10
2.2.4 Täyttötyöt	10
2.2.5 Louhinta	11
2.2.6 Paalutukset	11
2.3 Käytettävät tarkastelumenetelmät	11
3 POHJARAKENNUKSEN HUOMIOITAVAT ASIAT TYÖVAIHEITTAIN	13
3.1 Raivaus ja purku	13
3.1.1 Asbesti	13
3.1.2 Maanalaiset purettavat rakenteet	13
3.1.3 Puut	15
3.2 Kaivutyöt	15
3.2.1 Kaivuvastukseen vaikuttavat tekijät	15
3.2.2 Koneohjausmallit	16
3.2.3 Tontin ulkopuoliset kaivutyöt	17
3.3 Ulkopuoliset LVIS-työt	18
3.3.1 Suunnitelmat	18
3.3.2 Liitospaikkojen korkeusasemat	19
3.3.3 Erityisosaamista vaativat työt	19
3.4 Täytöt	21
3.4.1 Maa-ainekset	21
3.4.2 Työvaiheiden yhteensovittaminen ja logistiikka	23
3.5 Louhinta ja paalutus	24
3.6 Työturvallisuus	25

4 YHTEENVETO	28
LÄHTEET	29

SANASTO

Alapohja	Rakennuksen alimman kerroksen lattia ja sen rakenteet
Hulevesi	Tontilta poisjohdettavia sade- ja sulamisvesiä sekä salaojista johtuvia vesiä.
Humus	Maassa olevaa tummaa eloperäistä ainetta, jota syntyy eloperäisten ainesten maatuessa.
Läjitysalue	Maankaatopaikka. Alue, minne kaivetut maa-ainekset ajetaan varastoitavaksi.
Painokairaus	Pohjatutkimuksissa yleisimmin käytetty kairausmenetelmä, jonka avulla voidaan arvioida maakerrosten rajoja tutkia maaperän kantavuutta.
Pohjatutkimus	Ennen rakentamista tehtävä maaperän tutkimus, jossa selvitetään oleelliset tiedot maaperästä.
Routa	Maassa olevan veden jäätymisen vuoksi kovettunut maakerros.
Routiminen	Routivan maakerroksen laajeneminen jäätymisen myötä.
Ryöstö	Maankaivussa tapahtuva ylisyyvä kaivu, joka ylettyy alle halutun leikkauspinnan.
Salaojituseros	Kapillaarikatko. Alapohjan alle tuleva hyvin vettä läpäisevä kerros, joka estää kosteutta nousemasta rakenteisiin kapillaaristesti.
Sokkeli	Perusmuuri. Perustusten osa, joka kannattelee ylempiä rakennusosia.

1 JOHDANTO

Tässä opinnäytetyössä tutkitaan rakennushankkeen pohjarakennusvaiheeseen vaikuttavia tekijöitä kustannusten kannalta tuotannon näkökulmasta. Työn on tilannut Rakennusliike Lapti Oy, joka on Pohjois-, Itä- ja Etelä-Suomen alueilla vaikuttava kasvava rakennusliike. Rakennusliike Lapti rakentaa kerros- ja rivitaloja asuntotiloiksi ja urakoi hoiva- ja päiväkoteja sekä toimitiloja. Lapti on osa Kastelli-konsernia, joka kuuluu puolestaan Harjavalta konserniin (1). Rakennusliike Lapti Oy:n liikevaihto oli vuonna 2014 noin 82 miljoonaa euroa (2).

Rakennusliike Laptilla on alueittain omia pohjarakennuksen työnjohtajia, jotka toimivat oman toimintamallinsa mukaan. Pohjois-Suomen kyseinen työnjohtaja vaihtui vuonna 2014, eikä tämän jälkeen ole ollut selkeää toimintamallia työmaan pohjarakennusvaiheessa.

Työssä tarkasteltavat kohteet ovat Laptin rakentamia Pohjois-Suomen alueella valmistuneita tai käynnissä olevia työmaita. Työmaista on pyritty poimimaan pohjarakentamisen kustannuksiin ja tuotantoon huomattavasti vaikuttaneet tekijät sekä etenkin sellaiset kustannukset, joita ei ole huomioitu kustannuslaskennassa tai tavoitearviossa. Aiheesta on kuitenkin rajattu maa- ja kalliovahvistus pois niiden harvinaisuuden vuoksi Pohjois-Suomessa. Aihetta voidaan käsitellä tarvittaessa erikseen.

Työn ensisijaisena tavoitteena on selkeyttää ja antaa valmiudet kohteiden pohjarakennusvaiheen toteutukseen sekä antaa valmius varautua erilaisiin ongelmatilanteisiin työnjohtajana. Työssä tarkasteltujen asioiden pohjalta tehdään tarkastuslista, joka toimii suuntaa antavana työkaluna pohjarakennusvaiheen työnjohdolle. Tarkastuslistaan listataan tehtävät ja huomioitavat asiat työvaiheittain. Pohjarakentamisesta ei ole ollut minkäänlaista helposti seurattavaa ohjetta, joten tarkastuslista tulee tarpeeseen.

Työn liitteenä valmistuvan tarkastuslistan tekijänoikeudet omistaa työn tilaaja, eikä sitä julkaista, vaan se jää tilaajan käyttöön. Tarkastuslistasta liitetään työhön kuitenkin yksi sivu esimerkiksi sen käytöstä. Tarkastuslistassa on käyty läpi

tämän työn toisessa osassa mainittujen työvaiheiden lisäksi perustukset ja alueiden pintarakennetyöt.

2 TALONRAKENNUKSEN POHJARAKENNUSVAIHE

2.1 Määritelmä

Talonrakennuksen pohjarakennusvaihe on määritelty vuonna 2014 kumotussa Suomen rakentamismääräyskokoelman osassa B3 Pohjarakenteet, määräykset ja ohjeet seuraavasti: ”Pohjarakennustyö käsittää rakennuksen ja rakenteiden perustusten ja maanpinnan alapuolisten tilojen tarkoituksenmukaiseksi ja turvalleiseksi rakentamiseksi tarvittavat kaivu-, louhinta-, tuenta-, kuivanapito-, tiivistys- ja lujitustyöt sekä muut rakennustyöt ja pysyvien pohjarakenteiden rakennustyöt.” (3.)

Pohjarakennuksen kustannukset ovat merkittävät, ja niiden osuus koko hankkeen kustannuksista vaihtelee kohteittain. Rakennushankkeen kustannuksiin vaikuttavat eniten paalutus, mahdollinen louhinta, massanvaihtojen määrä, kuivatuksen tarve, tarvittavat tuennat tai muuten haastavat rakentamisolosuhteet.

2.2 Työvaiheet

Rakennusliike Lapti Oy on jakanut pohjarakennusvaiheen pääsääntöisesti Talo 80 -nimikkeistöjärjestelmän mukaan Rakennusliike Laptin omilla muokkauksilla. Jaottelu selkeyttää työvaiheita ja helpottaa kustannusten seurantaa. Tässä luvussa olevasta jaottelusta on jätetty pois maa- ja kalliovahvistus, koska aihetta ei käsitellä tässä työssä harvinaisuutensa vuoksi.

2.2.1 Raivaus- ja purkutyöt

Raivaus- ja purkutyöt sisältävät rakennuspaikalla olevien purettavien rakennusten tutkimukset, kuten haitta-ainekartoitukset, purettavien rakennusten purkutyöt sekä tontin raivaamisen puista ja muusta kasvillisuudesta. Lisäksi raivaukseen ja purkuun on sisällytetty usein työmaa-alueella tarvittavat suojaukset. Tarvittavia suojauksia voivat olla esimerkiksi säilytettävien puiden tai rakennusten suojaus. Purkutöihin voi myös sisältyä mahdollisesti saastuneiden maiden tutkimukset ja saastuneiden maiden poisajo.

2.2.2 Kaivutyöt

Kaivutyöt sisältävät pintamaan poiston, rakennusalueella tapahtuvat kaivutyöt, kuten rakennusten pohjien kaivutyöt ja piha-alueiden leikkaukset, kaivumaiden poisajon sekä työaikaisen kuivanapidon. Putkikaivantojen kaivutyöt on eritelty LVIS-töihin kuuluvaksi. Kaivutyöt sisältävät myös mahdollisten vanhojen päällysteiden poiston ja poiskuljetuksen. Kaivutöiden kustannuksissa on myös huomioitava mahdollinen haitta muulle liikenteelle ja työturvallisuuteen vaikuttavat tekijät ja niistä aiheutuvat kustannukset, kuten tukemiset ja tarvittavat suojaukset.

2.2.3 Ulkopuoliset LVIS-työt

Ulkopuolisiin LVIS-töihin kuuluvat yleensä lähes kaikki rakennusten ulkopuoliset putki- ja sähköasennukset tontin liitospaikoista sokkeliin asti. Olennaisesti niihin kuuluvat vesi-, viemäri- ja hulevesijärjestelmien sekä aluelämmitysten ja kaapelisuojausputkien asennukset. Myös putkikaivantoihin liittyvät kaivu- ja täyttötöyt on sisällytetty ulkopuolisiin LVIS-töihin.

2.2.4 Täyttötöyt

Täyttötöyt ovat pääasiassa maa-ainesten tai kalliosta murskaamalla saatavien kiviainesten levitystä sekä levitetyn maan tiivistämistä erilaisten koneiden avulla. Täyttötöyt on jaettu kahteen eri osioon:

Rakennusten täytöt

Rakennusten täytöt sisältävät rakennuksen alapohjan alapuoliset täyttötöyt, kuten esimerkiksi salaojituserroksen ja perustusten sisäpuoliset täyttötöyt. Rakennusten routaeristykset ja vierustäytöt on myös sisällytetty rakennusten täyttötöihin.

Rakennusalueiden täytöt

Rakennusalueiden täyttötöihin kuuluvat piha-alueiden täytöt, kuten liikennealueiden kantavat ja jakavat kerrokset sekä viheralueiden tasaukset. Pintarakenteille on olemassa omat litteransa. Pintarakenteiden ja täyttöjen raja kulkee yleensä liikennealueilla kantavan kerroksen yläpinnassa ja nurmialueilla mullan alapin-

nassa. Voidaan siis ajatella, että pohjarakennus loppuu pintoja tukevaan rakenteeseen.

2.2.5 Louhinta

Louhinta sisältää kallion ja kivien tarvittavat louhintatyöt räjäyttämällä tai rikkomalla kaivinkoneeseen asennettavan iskuvasaran avulla. Louhinnasta aiheutuu myös joitain ympäristöhaittoja, kuten porauksen aiheuttama pöly ja räjäyttämisen aiheuttama värinä. Pölyntorjunta ja tarvittavat värinämittaukset sekä läheisten rakennusten katselmukset on sisällytetty louhintaan.

2.2.6 Paalutukset

Paalutuksiin kuuluvat rakennushankkeen tarvittavat paalutustyöt, kuten betoni- ja teräspaalutukset. Paalutuksia tarvitaan, kun maaperän kantavuus ei riitä kannattelemaan tulevan rakennuksen painoa, vaan se joudutaan tukemaan alempana olevaan tiiviimpiin maakerrokseen tai kallioon. Myös paalutuksessa ympäristö on otettu huomioon ja siihen on sisällytetty tarvittavat värinä- ja painumamittaukset sekä naapurikatselmukset.

2.3 Käytettävät tarkastelumenetelmät

Työssä käsiteltävät aiheet ovat lähtöisin pääsääntöisesti omista havainnoista työssä vuoden 2014 aikana. Vuoden aikana tuli vastaan useita asioita, joita ei huomioitu kustannuslaskennassa tai joihin ei osattu varautua kokemuksen puutteen vuoksi. Työn liitteessä olevan tarkastuslistaan on kerätty tehtäviä ja muistettavia asioita myös olemassa olevista ja käytössä olevista tarkastuslistoista (liite 1).

Aiheita tarkastellaan omien kokemusten, haastattelujen ja kustannusseurannan pohjalta. Havainnot on kerätty usealta eri työmaalta. Työmaat vaihtelevat kooltaan päiväkodista asuinkerrostaloon. Seuraavassa on listaus tarkasteltavista työmaista:

- As Oy Kempeleen Kaartohovi
- As Oy Kempeleen Tähti
- As Oy Oulun Marski

- As Oy Oulun Hiironen Tähti
- As Oy Oulun Ukko-Pekka
- As Oy Raahen Pikkulahti
- As Oy Lakeuden Helmi, Tyrnävä
- Päiväkotio Oulu Kaartintie
- Päiväkotio Oulu Luodikkotie
- Päiväkotio Rovaniemi Miehentie
- Utajärven päiväkotio
- Peltolanportti.

Kustannusten seurannassa ja tarkastelussa on käytetty EVRY Jydacom Oy:n JD-Tuotannonhallinta-ohjelmaa. Ohjelman avulla on tarkasteltu eri ongelmatilanteiden tai toteutusvaihtoehtojen toteutuneita kustannuksia. Tämä edellyttää, että kustannukset on lueteltu oikeaan työvaiheen kustannuksiin. Lisäksi arvioita kustannuksista ja vaikutuksesta aikatauluun on tehty laskelmin.

3 POHJARAKENNUKSEN HUOMIOITAVAT ASIAT TYÖVAIHEITTAIN

3.1 Raivaus ja purku

Eniten raivaus- ja purkutöiden kustannuksiin voidaan vaikuttaa hankinnoilla. Kuitenkin jo tässä vaiheessa on syytä pohtia kannattavin työmenetelmä työn toteutukseen. Erityisesti purkutöissä on kuitenkin vaihteleva määrä töitä, joita ei ole osattu ottaa huomioon kustannuslaskennassa tai työvaiheita suunnitellessa.

3.1.1 Asbesti

Asbesti on terveydelle erittäin vaarallinen rakennusmateriaali. Asbestia käytettiin erityisen paljon 60- ja 70-luvun rakentamisessa muun muassa eristeenä. Ennen rakennuksen purkamista on varmistuttava siitä, että purettavissa rakenteissa ei ole asbestia. Asbestikartoitus itsessään voi maksaa jo tuhansia euroja, ja purkamiseen tarvitaan ammattitaitoinen asbestinpurkaja. (4.)

Asbestipurkutyö voi vaikuttaa myös työmaan aikatauluun merkittävästi. Esi-merkkikohteessa purkutyöt viivästyivät ja vaikuttivat seuraavien töiden aloitukseen. Asbestipurkuun käytettävä aika on osattava ottaa huomioon aikatauluja laadittaessa.

3.1.2 Maanalaiset purettavat rakenteet

Rakennusliike Lapti käyttää Pohjois-Suomen alueella rakennusten purkutöissä siihen erikoistuneita urakoitsijoita. Purku-urakkaan sisällytetään rakennuksen purkaminen perustuksia myöten sekä purkujätteiden poiskuljetus. Urakan jälkeen maan alle jää hyvin todennäköisesti ainakin purettavia viemäriinjoja tai muuta mitä ei välttämättä ole huomioitu kustannuslaskennassa (kuva 1).



KUVA 1. Vanha lieteallas tms. sortui kaivinkoneen telojen alla pintamaan poiston yhteydessä ja aiheutti hajuhaittaa työmaalla.

Viemäreiden purkamisen kulut eivät ole niin merkittävät kokonaisuutta ajatellen, ellei pienistä purkutöistä ala kertyä isompaa summaa. Maasta voi kuitenkin löytää myös ongelmajätettä, jonka purkaminen ja pois kuljettaminen on kallista. Useammalla työmaalla on löytynyt vanhoja betonikaivoja, joita on jouduttu ime-mään tyhjäksi, sekä muita betonirakenteita, jotka on kuljetettu pois betonijätteenä.

Vanhoilla rakennusalueilla on myös mahdollista, että alue on pilaantunutta. Pilaantuneella alueella tarkoitetaan ihmisen toiminnasta aiheutunutta haittaa tai riskiä ympäristölle tai terveydelle. Jos maan epäillään olevan pilaantunutta, on pilaantuneisuus selvitettävä, ja mikäli maaperä todetaan pilaantuneeksi, on ryhdyttävä toimenpiteisiin haittojen ja riskien vähentämiseksi hyväksyttävälle tasolle. Toimenpiteitä voivat olla esimerkiksi maa-aineiden pois ajaminen tai niiden kulkeutumisen vähentäminen. Maaperän pilaantumiseen liittyvissä asioissa on otettava yhteyttä alueelliseen elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskukseen. (5.)

Merkittävin pilaantuneesta maaperästä aiheutuva kustannus on pilaantuneiden maa-ainesten poisajo. Voi olla, että pilaantuneet maat joudutaan ajamaan pitkänkin matkan päähän, jolloin kuljetuskustannukset nousevat.

Vanhoilla rakennusalueilla täyttömaiden alta voi löytyä humuspitoisia maita, joiden vuoksi maita joudutaan vaihtamaan suunniteltua enemmän. Tähän on varauduttava aina rakennettaessa vanhalle rakennusalueelle. Rovaniemellä Päiväkoti Miehentien työmaalla rakennettavien liikennealueiden kohdalta löytyi pinta-ainesten alta humuskerros, jonka vuoksi massanvaihtojen määrä kasvoi huomattavasti.

3.1.3 Puut

Raivauksesta jäävien hyötypuiden, oksien, risujen ja kantojen sijoittaminen kannattaa selvittää hyvissä ajoin. Tontin omistaja voi esimerkiksi vaatia hyötypuita itselleen, tai tontin vuokrasopimuksessa voi olla maininta puiden sijoituksesta. Jos puut kuitenkin jäävät raivaajalle, kannattaa selvittää, voiko niistä hyötyä taloudellisesti.

Raivauksesta jäävä muu kasvillisuus on myös mahdollista hyödyntää. Esimerkiksi jotkut bioenergian tuottajat voivat hakea raivauksesta jäävät risut ja kannot työmaalta veloitukselta.

3.2 Kaivutyöt

3.2.1 Kaivuvastukseen vaikuttavat tekijät

Kaivinkoneiden kaivuvastukseen vaikuttavat eniten maalaji, routa ja maan kiviisyys (6). Näistä routa ja kivinen maasto ovat tekijöitä, joihin ei aina pystytä varautumaan kustannuslaskennassa.

Routa

Jos talonrakennustyömaa aloitetaan talvella, on todennäköistä, että routa vaikuttaa kaivutöiden saavutuksiin. Roudan syvyyteen vaikuttavat erityisesti pakasmäärä ja lumipeitteen paksuus. (7, s. 35-40.) Maan jäätyminen aiheuttaa myös lisäkustannuksia työaikaisten routasuojauksien ja maiden sulattamisen kautta. Routa ei vaikuttanut kaivuvastuksiin vuoden 2014 lopussa ja vuoden

2015 alussa aloitetuilla työmailla merkittävästi lauhan talven ja lumipeitteen vuoksi.

Kivinen maasto

Pohjatutkimusten perusteella ei välttämättä tiedetä, onko maasto kivinen, koska tutkimukset tehdään pääsääntöisesti painokairaamalla ja saadut tulokset kuvaavat vain kairauskohtaa. Tietysti jos useampi kairaus päättyy kiveen, voidaan päätellä maaperän olevan kivistä. Yleensä kivisyyden joutuu kuitenkin arvioimaan silmämääräisesti työmaalla tai aiemmin alueella tehdyistä kaivutöistä tai toteamaan työmaalla tehtävällä koekuopalla (kuva 2).



KUVA 2. Suuri lohkarake rakennettavan viemäriin edessä

3.2.2 Koneohjausmallit

Kaivinkoneisiin on saatavilla niin sanottuja koneohjausjärjestelmiä. Koneohjausjärjestelmän avulla kaivinkoneenkuljettaja saa koneen hytissä olevalle näytölle satelliittipaikannusjärjestelmällä tiedot kaivinkoneen sijainnista ja kauhan korkeusasemasta. Näin ollen ei tarvita erillistä miestä mittaamaan korkeuksia ja etäisyyksiä. Korkeusasemat on kuitenkin tarkastettava ja koneohjausjärjestelmä kalibroitava tasaisin väliajoin tarkkuuden varmistamiseksi. Tämä voidaan toteut-

taa esimerkiksi vertaamalla koneohjausjärjestelmän antamaa korkeusasemaa tontille merkattuun tarkkaan korkeusasemaan.



KUVA 3. Koneohjausjärjestelmä kaivinkoneenkuljettajan näytöltä katsottuna

Koneohjausmallit nopeuttavat työn etenemistä huomattavasti mittaamisen ja maastoon merkitsemisen vähentyessä. Kaivinkoneenkuljettaja voi toimia lähes itsenäisesti kaivutöissä koneohjausmallien ansiosta. Koneohjausmalleja hyödyntämällä vältetään myös liikakaivulta ja niin sanottu ryöstö jää vähäisemmäksi.

3.2.3 Tontin ulkopuoliset kaivutyöt

Eteenkin kaava-alueilla rakennustontin ulkopuolella tehtävät kaivutyöt ovat työläisiä niin työntekijöiden kuin työnjohdon kannalta. Yleensä tällaiset kaivutyöt liittyvät viemäriiliitoksiin tai ajoliittymien rakentamiseen. Jos kaivutöitä joudutaan tekemään tontin ulkopuolella, tulee niihin hankkia lupa maanomistajalta, joka yleensä katualueilla on kaupunki tai kunta.

Lupakäsittely voi viedä pitkänkin ajan; esimerkiksi Oulun kaupungin alueilla tehtäviin kaivutöihin haettava lupa-anomus tulisi jättää kolme viikkoa ennen kaivu-

töitä. Mahdollisesti on myös tehtävä ilmoitus liikennettä haittaavasta työstä ja siihen liittyvät suunnitelmat liikenteenohjauksesta. (8.)

Kaivajan on selvitettävä ennen kaivutöitä kaikkien putkien, johtojen ja kaapeleiden sijainnit. Tontin rajan läheisyyteen on usein asennettu paljon kunnallistekniikkaa, jota joudutaan varomaan kaivutöiden aikana, eteenkin jos tontti rajoittuu katualueeseen. Kaivutyöt ovat tällöin huomattavasti hitaampia kuin normaalisti kaivettaessa. Sähkö- ja puhelinyhtiöt tekevät kaapelinäyttöjä maksutta, mutta joskus työturvallisuuden varmistamiseksi joudutaan kaapelit tekemään jännitteettömiksi. Talvella taas maa täytyy sulattaa kaapeleiden läheisyydessä kaivettaessa. Näistä toimenpiteistä aiheutuu usein kustannuksia, joita ei ole osattu huomioida.

3.3 Ulkopuoliset LVIS-työt

3.3.1 Suunnitelmat

Suunnitelmien puute kustannuslaskennassa

Pohjarakennustöiden viemäröintien kustannuslaskenta on haastavaa, koska usein juuri minkäänlaista laskentamateriaalia ei ole. Lähtötietoina ovat yleensä vain liitospaikat ja asemapiirustuksessa näkyvät sadevesikaivot. Kustannuslaskija joutuu yleensä arvioimaan tulevat viemäröinnit vähäisten piirustusten perusteella sekä omien kokemusten pohjalta. Todelliset määrät voivat vaihdella huomattavasti laskentaan nähden. Ratkaisu ongelmaan voisi olla LVI-suunnittelijan alustava suunnittelu, jonka pohjalta kustannuslaskija pystyisi laskemaan määrät suoraan.

Virheet suunnitelmissa

Työnjohtajan on tärkeää tarkastaa suunnitelmat aina ennen alkavaa työvaihetta. On mahdollista, että suunnittelijan kirjoitusvirheen tai muun seurauksena esimerkiksi kaivon korkeusasema ei mahdollista viemäriinjan toimivuutta.

Näin tapahtui As Oy Oulun Ukko-Pekan suunnitelmissa, joissa perusvesikaivosta seuraavan tarkastuskaivon tuloyhde oli yli puoli metriä ylempänä kuin perusvesikaivon poistoyhde. Näin ollen kahden rivitalon salaojavesiä ei voitu purkaa hulevesiviemäriin kyseisen kaivon kautta. Tällaisessa tapauksessa kaivoon ker-

tyvät vedet jouduttaisiin usein johtamaan hulevesiviemäriin eteenpäin pumpaamalla, mutta tässä tapauksessa lähettyvillä oli toinen hulevesien tarkastuskaivo, johon salaojista kertyvät vedet saatiin johdettua kaadoin.

Tällaiset virheet ovat onneksi harvinaisia, koska niin moni henkilö tarkastaa suunnitelmat ja virheitä harvemmin pääsee lopullisiin piirustuksiin asti. Toisaalta ne virheet, jotka päätyvät suunnitelmiin voivat tulla hyvinkin kalliiksi.

3.3.2 Liitospaikkojen korkeusasemat

Hulevesi- ja jätevesiviemäreiden liitospaikkojen korkeusasemat on tärkeää tarkastaa ennen töiden aloitusta. Kunnat ja kaupungit ilmoittavat kartoissaan korkeusasemat usein eri korkeusjärjestelmässä kuin suunnitelmissa on ilmoitettu. Korkeusasemia tarkastettaessa kannattaa varmistaa oikea korkeusjärjestelmä ja muunnoksia tehtäessä selvittää järjestelmien korkeuserot sekä varmistaa asia vielä suunnittelijoilta. Oulun alueella käytettävät korkeusjärjestelmät ovat N2000, N60 ja NN. (9.)

Oulun kaupunki siirtyi vuonna 2012 käyttämään N2000-korkeusjärjestelmää, mutta Oulun lähikunnissa, kuten Kempeleessä on vielä käytössä NN-korkeusjärjestelmä (9). Muunnokset järjestelmien välillä voivat aiheuttaa helposti sekaannuksia ja pahimmassa tapauksessa liitospaikka onkin ylempänä kuin suunnitelmissa on ilmoitettu. Näin ollen esimerkiksi viemäreiden kaatoja ei saada suunniteltua riittäviksi viemäreiden toiminnan kannalta, joten joudutaan asentamaan pumppaamoja.

Esimerkkikohteessa As Oy Kempeleen Kaartohovi viemäreiden liitoskorot olivat 70 senttimetriä ylempänä kuin suunnitelmissa ilmoitettiin. Syyksi selvisi liitospaikan korkeusaseman mittaajan virhe muunnoksessa.

3.3.3 Erityisosaamista vaativat työt

Pohjarakennusvaiheessa tulee vastaan töitä, jotka vaativat tekijältä tietynlaista erityisosaamista. Esimerkiksi muoviputkihitsaus on tällainen. Erityistä osaamista vaativa työ ja siihen tarvittavat materiaalit maksavat yleensä paljon.

Muoviteollisuus Ry ja Inspecta Sertifiointi Oy ovat käynnistäneet muoviputkien hitsauksen laadunvalvontajärjestelmän neuvottelukunnan, jonka tehtävänä on valvoa ja ohjata koulutus- ja sertifiointitoimintaa muoviputkihitsaajille. Muoviputkihitsausta tarvitaan muun muassa muovisten paineputkien liitoksissa, kun liitoksen halutaan olevan erityisen pitävä, sekä halkaisijaltaan isojen niin sanottuina salkoina toimitettavien paineputkien yhteen liittämiseksi. (10.)

Yleensä kaupunki tai kunta tuo tontin rajalle viemäreiden ja vesijohtojen liitokseen tarvittavan putken pään, jotta katualueilla ei tarvitse kaivaa. Peltolanportti-työmaalla liitospaikkaan oli tuotu sprinkleriä varten halkaisijaltaan 200 mm metallinen putki, joka oli suunniteltu jatkettavaksi tekniseen tilaan asti 225 mm halkaisijaltaan olevalla muoviputkella. Tällaisiin liitoksiin tarvittavat osat maksavat jo itsessään paljon, ja lisäksi sprinklerin tonttivesijohdon liitosten tekoon tarvittiin muoviputkihitsaajaa. Tämän tapaiset työt voivat maksaa tuhansia euroja, joten ne tulee huomioida laskentavaiheessa. Tietysti se on mahdotonta jos LVI-suunnitelmat ovat puutteellisia laskennan aikana. (Kuva 4.)



KUVA 4. Sprinklerin vesijohtoliitos

3.4 Täytöt

3.4.1 Maa-ainekset

Kustannusten kannalta pohjarakentamisessa merkittävin asia on hyödynnettävien maa-ainesten määrä ja materiaalien hinnat. Mitä enemmän huonoja maita joudutaan ajamaan pois tontilta, sitä enemmän ajetaan täyttömaita tilalle. Näin ollen rakentaja joutuu maksamaan maiden poisajon sekä tilalle tuotavan maa-aineksen.

Maiden poisajo ja kaivumaiden hyödyntäminen

Jos epäilee kaivannosta nostettavan maan olevan hyödynnettävää jossakin täy- töissä, kannattaa sen ominaisuudet selvittää laboratoriossa. Mikäli perusmaa on hyödynnettävää, ei maksettavaksi jää kuin työt ja koneiden kustannukset. Voi kuitenkin olla, ettei tontilla voida tilan puutteen vuoksi läjittää maata, jolloin ylimääräiset maat joudutaan ajamaan välivarastoon ja maiden ajon määrä kasvaa. (Kuva 5).



KUVA 5. Kaivannosta nostettua, tontilla myöhemmin hyödynnettävää hiekkaa

Maiden ajon hinta kasvaa ajomatkan kasvaessa. Jos läjitysalue on kaukana, nousevat kustannukset nopeasti. Maiden ajon hintaan voidaan siis vaikuttaa

löytämällä läjitysalue läheltä rakennuskohdetta. Läjitys on kuitenkin luvanvarais-
ta, eikä maita saa läjittää minne tahansa.

On myös mahdollista, että kaivumaiden sijoittaminen on määrätty tontin vuokra-
sopimuksessa, rakennusluvassa tai urakkaohjelmassa. Tällaiset mahdollisuudet
on tarkastettava jokaisessa kohteessa erikseen. Mikäli maiden läjitys on mää-
rätty tiettyyn paikkaan, ei kustannuksiin voi vaikuttaa juuri muulla tavalla kuin
kilpailuttamalla maansiirron.

Saatavuus ja hinnat

Hyvin merkittävä pohjarakennuksen kustannuksiin vaikuttava tekijä on maa- ja
kiviainesten hinnat. Rakennusliike Laptilla ei toimita itse maa-aineksia raken-
nuskohteisiin, vaan maa-ainestoimittajat kilpailutetaan yleensä kohteittain.

Maa- ja kiviainesten hinnat vaihtelevat huomattavasti alueesta riippuen. Eroja
hinnoissa on selvästi nähtävissä jo kaupungin eri puolilla tai lähikuntien alueilla.
Pääosin hintaerot johtuvat materiaalitoimittajien läjitysalueiden sijainneista ja
materiaalien saatavuudesta alueella. Hyvä esimerkki saatavuudesta johtuvista
hintaeroista on, kun verrataan hiekan hintaa Pohjois- ja Etelä-Suomessa. Etelä-
Suomessa hiekka maksaa on noin puolet enemmän työmaalle toimitettuna kuin
Pohjois-Suomessa.

On mahdollista, että suurimmat säästöt työmaan pohjarakennusta ajatellen teh-
dään hankinnoissa jo ennen työmaan aloittamista, joten niihin kannattaa panos-
taa.

Liikenne- ja piha-alueiden routaeristäminen

Roudan vaikutus täytyy huomioida, kun päällystettävien piha-alueiden alle jäävä
maa-aines on routivaa. Yleensä routasuojaus toteutetaan joko vaihtamalla
maamassat routimattomaan täyttöön tai eristämällä. Ennen työvaiheen aloitta-
mista on syytä tehdä vaihtoehtolaskelmat eri toteutusvaihtoehtojen kustannuk-
sista ja miettiä vaihtoehtojen vaikutusta ajallisesti. Kyseiset laskelmat tulisi teh-
dä lähes joka työmaalle, koska tarvittavan routimattoman täytön paksuus vaih-
telee paljon maaperän mukaan.

Eristäminen on mahdollista toteuttaa routaeristelevyjen lisäksi mm. masuunihiekalla. Masuunihiekka on raakaraudan valmistuksen sivutuote. Se syntyy masuunikuonan vesijähdytyksen tuloksena. Suomessa masuunihiekkaa valmistetaan Raahen ja Koverharin terästehtailla. Rakeisuudeltaan masuunihiekka vastaa karkeaa hiekkaa, ja suuren vedenläpäisevyyden takia sitä voidaan käyttää kuivatusrakenteissa. Pienen lämmönjohtavuuden ansiosta se taas soveltuu hyvin käytettäväksi talvirakentamisessa sekä eristerakenteena. (11, s. 72.)

3.4.2 Työvaiheiden yhteensovittaminen ja logistiikka

Eri työvaiheiden suunnittelu ja keskenään yhteensovittaminen on tärkeässä asemassa etenkin täyttötöiden aikana, jotta työt saadaan toteutettua jouhevasti. Yhteensovittaminen korostuu erityisesti ulkopuolien täyttötöissä runkotöiden alkaessa samaan aikaan. Työmaalla tila loppuu nopeasti kesken ja maarakentajien työ ei ole enää tehokasta, koska ensinnäkään töitä ei välttämättä päästä tekemään halutussa järjestyksessä ja halutuissa paikoissa. Toiseksi täyttötöitä edeltävän siivouksen määrä ja materiaalien siirtojen määrä voi kasvaa, mikäli rakennusjätteet, tarvikkeet ja materiaalit alkavat kertyä rakennusten ympäristöön. Täyttötöiden suoritus on tehokkainta, jos runkotyöt aloitetaan vasta, kun pohjarakenteet ovat täysin valmiina. Työmaiden aikataulut ja rakenneratkaisut eivät kuitenkaan usein mahdollista sitä (kuva 6).



KUVA 6. Alapohjan alustäytöt ja ulkoseinäelementtien samaan aikaan

Lisäksi pohjarakennuksen eri vaiheet on syytä suunnitella hyvin, etteivät työt seisahdu turhaan. Maarakennus on pohjarakennusvaiheessa pitkäaikaisin työvaihe ja se joudutaan yleensä yhteen sovittamaan purku-, paalutus- ja perustustöiden kanssa.

Työmaaliikenne ja varastointi on syytä suunnitella hyvin eri osapuolia palvelevaksi työmaan eri vaiheissa. Huonosti suunniteltu logistiikka aiheuttaa nopeasti kuluja ja ongelmia työmaalle.

3.5 Louhinta ja paalutus

Louhinnan ja paalutusten toteutuviin kustannuksiin vaikuttaa ensisijaisesti pohjatutkimusten paikkansapitävyys. Paalujen pituudet ja louhinnan määrä lasetaan pohjatutkimuksissa esitettyjen kairausten perusteella. Jos kairaustulokset eivät pidä paikkaansa ja kairaukset ovat päätyneet esimerkiksi kallion sijasta kiviin, nousevat kustannukset hyvinkin nopeasti. On siis syytä sijoittaa hyvin

pohjatutkimuksiin ja varmistua maaperän ominaisuuksista. Esimerkiksi kallion pinta voidaan varmistaa porakonekairauksilla. Louhinnassa on myös syytä miettiä, voitaisiinko louhetta hyödyntää työmaalla.

3.6 Työturvallisuus

Pohjarakennusvaihe on hyvin riskialtis työvaihe ja suurimpana työturvallisuusriskinä voidaan pitää kaivantojen sortumista, sillä kaivantojen sortumiin kuolee vuosittain ihmisiä. Kaivannot on luiskattava maalajiin ja olosuhteisiin sopivaan kaltevuuteen sekä tarvittaessa tuettava. Esimerkiksi tapaturmavakuutuslaitosten liiton työpaikkaonnettomuuksien tutkimnan mukaan vuonna 2014 kaivannon sortumaan kuoli kaksi ihmistä. (12, kohdat 9. ja 10.)

Tieturva on myös isona tekijänä pohjarakennuksen työturvallisuudessa. Kaivutyöt rajoittuvat usein tie- tai katualueeseen, jolloin työmaan eristäminen muusta liikenteestä on suunniteltava huolella. Työmaasta aiheutuva haitta ei saa häiritä muuta liikennettä, tai haitta on minimoitava ja muille aiheutuva vaara tulisi ehkäistä. Liikenteenohjauksesta ja turvallisuuden varmistamisesta aiheutuvat kulut voivat kuitenkin kasvaa isoiksi muun muassa materiaalihankintojen ja tarvittavan työmäärän myötä.



KUVA 7. Vilkkaaseen kevyen liikenteen väylään rajoittuva kaivanto

Työturvallisuuden huomioiminen on erittäin tärkeää työntekijöiden hyvinvoinnin kannalta, mutta sillä voidaan vähentää myös työtapaturmista työnantajalle aiheutuvia kustannuksia ja jopa saada säästöjä aikaan. Työtapaturmat käyvät työnantajalle kalliiksi, koska kustannuksia tulee sairastajan palkoista, korvaavan työntekijän palkoista, työterveyshuollosta, mahdollisista korvauksista ja niin edelleen. Työturvallisuuden kehittäminen näkyykin selvästi työmailla esimerkiksi erilaisilla uudistuksilla henkilökohtaisten suojainten vaatimuksissa. Toisaalta uudistukset taas voivat aiheuttaa valtavia kuluja yritykselle vaadittavien tarvikkeiden uusimisen tai hankinnan takia.

Työturvallisuuslaitos teki tutkimushankkeen ”Työterveys ja työturvallisuus tuottavuustekijänä” vuosina 2005–2007. Tutkimuksen osana toteutetussa kirjallisuuskatsauksessa on käyty läpi yritykselle työtapaturmista aiheutuvia kustannuksia. Seuraavassa listaus aiheutuvista kustannuksista:

- toisten työntekijöiden menetetyn työajan kustannukset (esim. auttaminen ja alentunut työteho onnettomuuden jälkeen)
- kustannukset, jotka aiheutuvat koneiden ja materiaalin korjaamisesta tapaturman jälkeen
- vahingoittuneen työajan menetetyn työajan kustannukset, joita vakuutus ei korvaa (vakuutus ei yleensä korvaa tapaturmapäivän palkkaa)
- ylityökustannukset tapaturman johdosta
- sijaistyövoiman kustannukset (opastaminen ym. vie muilta aikaa, työ ei suju sijaiselta yhtä hyvin, kuin vakituiselta työntekijältä)
- työnjohdon työajan menetykset työtapaturman johdosta
- kustannukset, jotka aiheutuvat vahingoittuneen alentuneesta työtehosta työhönpaluun jälkeen
- tapaturmatutkinta ja tapaturmailmoituksen täyttökustannukset
- sairaanhoitokustannukset, joita vakuutus ei kata
- muut kustannukset, kuten tuottojen menetykset ja esimerkiksi konevuokrat
- tuotannon ja liikevaihdon menetykset

- tuottavuus- ja laatumenetykset. Poissaolo voi johtaa muiden työntekijöiden kiireisiin, joiden seurauksena voi syntyä virheitä ja myös kiireen seurauksena lisää henkilö- ja materiaalivahinkoja
- tapaturman aiheuttamat raivaus- ja pelastuskustannukset (tapaturma-alueen saattaminen turvallisiksi)
- korjaus- ja muutostyöt
- vakuutusmaksujen kasvaminen
- vahingoittuneen yleiskustannukset, jotka on maksettava joka tapauksessa, kuten esimerkiksi sähkö ja vuokrat
- mahdolliset korvaukset. (13, s. 57–58.)

4 YHTEENVETO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia talonrakennuksen pohjarakennusvaiheen kustannuksiin vaikuttavia tekijöitä ja työssä huomioitavia asioita. Työn tavoitteena oli selkeyttää ja antaa valmiudet kohteiden pohjarakennusvaiheen toteutukseen sekä antaa valmius varautua erilaisiin ongelmatilanteisiin. Lisäksi tutkimusten pohjalta tehtiin työnjohtajan tarkastuslista, johon on listattu työvaiheittain huomioitavat asiat sekä tärkeimmät tietolähteet.

Merkittävimmät vaikutukset pohjarakennuksen kustannuksiin tehdään jo ennen töiden aloitusta eri rakenneratkaisujen valinnalla ja vertailulla sekä suunnittelulla. Tuotannon vaiheeseen jää kuitenkin useita asioita, mitä täytyy muistaa ottaa huomioon kohteen toteutuksen kannalta, ja asioita, joilla voidaan vaikuttaa työn kustannuksiin huomattavasti.

Iso osa työstä painottuu työnjohtajan tarkastuslistaan. Ongelmana listassa oli sen laajuus. Huomioitavia ja muistettavia asioita on todella paljon, mutta kuitenkin niistä ei voi karsia juuri mitään pois. Listasta voidaan kuitenkin työmaakohtaisesti poistaa sellaiset kohdat, jotka eivät kosketa kyseessä olevaa kohdetta.

Tarkastuslistan käyttäjältä vaaditaan jonkinlaista osaamista talonrakennuksen pohjarakennusvaiheesta, mutta tarvittavat tiedot löytyvät listan lopussa mainituista tietolähteistä. Olen alkanut käyttää tarkastuslistaa omassa työssäni ja todennut sen hyväksi muistin tueksi sekä selkeyttämään työvaiheiden toteutusta. Tarkastuslistan tarpeellisuus korostuu, kun pohjarakennusvaiheessa olevia työmaita on käynnissä yhtä aikaa useampia, joissa sama työnjohtaja vaikuttaa. Lisäksi listan voi käydä läpi myös työntekijöiden kanssa, jolloin heillekin tulee selvyys työn toteutuksesta ja työnjohtajan näkemyksestä.

Aihe on ollut itselle erittäin mielenkiintoinen, koska se liittyy suoraan tämänhetkiseen työnkuvaani. Työn tekeminen on myös kehittänyt ja selkeyttänyt omaa toimintaani työnjohtajana valtavasti. Työtehtävistäni ja työkokemuksesta taas on ollut paljon hyötyä tätä työtä tehdessä, koska sen parissa on saanut olla päivittäin erilaisilla työmailla.

LÄHTEET

1. Pöyskö, Antti 2015. Rakennusliike Laptin henkilöstöohje.
2. Lama ei iske kaikkiin - Rakennusliikkeen liikevaihto +32 %. 2015. Talouselämä. Saatavissa: <http://www.talouselama.fi/uutiset/lama+ei+iske+kaikkiin++rakennusliikkeen+liikevaihto+32+/a2302336>. Hakupäivä: 4.5.2015
3. B3 (2014). 2013. Pohjarakenteet. Määräykset ja ohjeet 2004. B3 Suomen rakentamismääräyskokoelma. Helsinki: Ympäristöministeriö, Asunto- ja rakennusosasto. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/data/normit/17075-B3s.pdf>. Hakupäivä 19.4.2015.
4. Asbesti. 2013. Työsuojeluhallinto. Saatavissa: <http://www.tyosuojelu.fi/fi/asbesti>. Hakupäivä 19.4.2015.
5. Pilaantuneet maa-alueet. 2013. Suomen ympäristökeskus. Saatavissa: http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Kulutus_ja_tuotanto/Pilaantuneet_maaalueet. Hakupäivä 21.4.2015
6. Olenius, Auli - Palolahti, Tuomas 2003. Maankaivu. Menekit ja menetelmät.
7. RIL 121-2004. 2004. Pohjarakennusohjeet. Helsinki: Suomen rakennusinsinöörien liitto RIL.
8. Kaivulupa. Oulun kaupunki. Saatavissa: <http://www.ouka.fi/oulu/kadut-kartat-ja-liikenne/kaivulupa>. Hakupäivä 19.4.2015
9. Uusi korkeusjärjestelmä N2000 käyttöön Oulussa. 2012. Oulun Kaupunki. Saatavissa: <http://www.ouka.fi/oulu/kadut-kartat-ja-liikenne/n2000-korkeusjarjestelma>. Hakupäivä 19.4.2015
10. Sertifioituja muoviputkihitsaajia. Muoviteollisuus ry. Saatavissa: <http://www.muoviteollisuus.fi/muoviputkihitsaajat>. Hakupäivä 19.4.2015.
11. RIL 132-2000. 2000. Talonrakennuksen maarakenteet. Yleinen rakennuslainsäädäntö ja laatuvaatimukset. Suomen rakennusinsinöörien liitto RIL.
12. Työpaikkakuolemat. 2014. Tapaturmavakuutuslaitosten liitto 2014. Saatavissa: <http://www.tvl.fi/fi/Tyopaikkaonnettomuuksien-tutkinta-TOT/Tyopaikkakuolemat-2014/>. Hakupäivä 19.4.2015

13. Aaltonen, Markku - Oinonen, Kimmo 2007. Työterveys ja työturvallisuus tuottavuustekijänä. Osana tutkimusta: Työtapaturmien aiheuttamat kustannukset - Työturvallisuuden merkitys työpaikkojen turvallisuuteen, Tutkimusosio 2. Työterveyslaitos. Saatavissa:
http://www.ttl.fi/fi/tyoturvallisuus_ja_riskien_hallinta/tapaturmien_ehkaisy/tutkimuk-sia_tyoturvallisuudesta/Sivut/tyotapaturmien_aiheuttamat_kustannukset.aspx. Hakupäivä 19.4.2015
14. MaaRYL 2010. Rakennustöiden yleiset laatuvaatimukset. Talonrakennuksen maatyöt. Rakennustieto Oy 2010. Helsinki: Rakennustieto Oy

ESIMERKKI TARKASTUSLISTASTA RAIVAUKSESSA

Tarkastettava asia/tehtävä	OK	Lisätiedot/Puutteet/Muistio
1. Maisematyölupa/toimenpidelupa	<input checked="" type="checkbox"/>	<u>Rakennuslupa 18.12.2014</u>
2. Suunnitelmien tarkastaminen		
i. Asemapiirustus	<input checked="" type="checkbox"/>	
ii. Säilytettävä kasvillisuus	<input type="checkbox"/>	
3. Alueen eristäminen	<input checked="" type="checkbox"/>	<u>Lippusilta / Aita</u>
4. Tekijä		
a. Harvesteri	<input type="checkbox"/>	
b. Metsuri	<input type="checkbox"/>	
c. Omat miehet	<input checked="" type="checkbox"/>	<u>Määräantajat</u>
5. Puut		
a. Puiden merkkkaus	<input checked="" type="checkbox"/>	
b. Hyötypuiden sijoitus	<input checked="" type="checkbox"/>	<u>Kaupungille</u>
i. Tontin vuokrasopimus		
ii. Tilaaajan kanta		
c. Risujen ja kantojen sijoitus	<input checked="" type="checkbox"/>	<u>Bioenergia</u>
6. Jyrsintä	<input type="checkbox"/>	
7. Työturvallisuus	<input checked="" type="checkbox"/>	
a. Puiden kaatuminen	<input checked="" type="checkbox"/>	
b. Henkilökohtaiset suojaimet	<input checked="" type="checkbox"/>	
c. Varoetäisyydet	<input checked="" type="checkbox"/>	
d. Ilmajohdot	<input type="checkbox"/>	
e. Ulkopuolinen liikenne	<input checked="" type="checkbox"/>	<u>Aitakkeen</u>